

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-147586

(P2000-147586A)

(43) 公開日 平成12年5月26日 (2000.5.26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 0 3 B 5/00		C 0 3 B 5/00	J
			L
G 0 2 B 5/04		C 0 2 B 5/04	C
G 0 3 B 19/02		C 0 3 B 19/02	

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 11 頁)

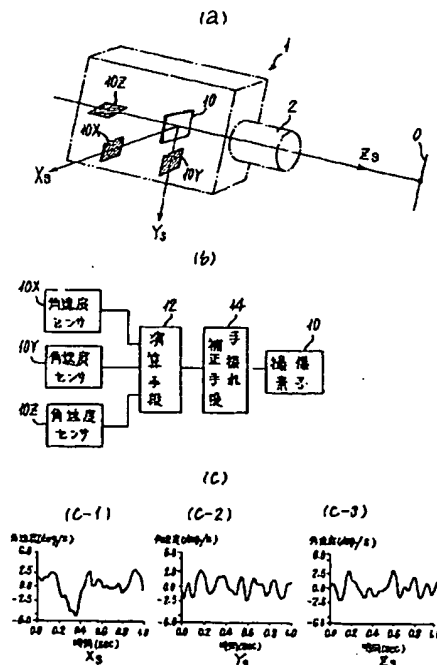
(21) 出願番号	特願平11-251480	(71) 出願人	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22) 出願日	平成11年9月6日 (1999.9.6)	(72) 発明者	佐藤 康弘 東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式 会社リコー内
(31) 優先権主張番号	特願平10-253657	(72) 発明者	北口 貴史 東京都大田区中馬込1丁目3番6号・株式 会社リコー内
(32) 優先日	平成10年9月8日 (1998.9.8)	(74) 代理人	10006/873 弁理士 樺山 亨 (外1名)
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 手振れ補正機能付きカメラ

(57) 【要約】

【課題】 3軸回りの角速度を検出し、検出された角速度に基づき、精度の良い手振れ補正を行いうるカメラを実現する。

【解決手段】 撮影光学系2により被写体0の像を撮像素子10の受光面上に結像させ、電気信号に変換して取り込むカメラ1において、カメラ本体1に内蔵され、互いに独立した所定の3軸の回りの角速度を検出する角速度検出手段10X、10Y、10Zと、該角速度検出手段により検出された3軸の回りの角速度に基づき、手振れ補正量を算出する演算手段12と、該演算手段により演算された手振れ補正量に基づき、撮像素子10の変位を含む手振れ補正動作を行う手振れ補正手段14とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】撮影光学系により被写体の像を撮像素子の受光面上に結像させ、電気信号に変換して取り込むカメラにおいて、カメラ本体に内蔵され、互いに独立した所定の3軸の回りの角速度を検出する角速度検出手段と、該角速度検出手段により検出された上記3軸の回りの角速度に基づき、手振れ補正量を算出する演算手段と、該演算手段により演算された手振れ補正量に基づき、上記撮像素子の変位を含む手振れ補正動作を行う手振れ補正手段とを有することを特徴とする手振れ補正機能付きカメラ。

【請求項2】請求項1記載の手振れ補正機能付きカメラにおいて、角速度検出手段が検出する3軸のうちの1軸が、撮影光学系の光軸に平行であり、手振れ補正手段が、撮像素子を、受光面に直交する軸の回りに回転的に変位調整する、撮像素子回転調整手段を有することを特徴とする手振れ補正機能付きカメラ。

【請求項3】請求項2記載の手振れ補正機能付きカメラにおいて、手振れ補正手段が、撮像素子を、受光面に平行な方向へ並進的に変位調整する撮像素子並進調整手段を有することを特徴とする手振れ補正機能付きカメラ。

【請求項4】請求項2記載の手振れ補正機能付きカメラにおいて、手振れ補正手段が、撮影光学系に含まれる1以上の補正レンズを、その光軸直交方向へ変位させる補正レンズ駆動手段を有することを特徴とする手振れ補正機能付きカメラ。

【請求項5】請求項2または4記載の手振れ補正機能付きカメラにおいて、手振れ補正手段が、撮影光学系の光軸上に設けた可変頂角プリズムと、該可変頂角プリズムの頂角を変化させる可変頂角プリズム駆動手段を有することを特徴とする手振れ補正機能付きカメラ。

【請求項6】請求項1～5の任意の1に記載の手振れ補正機能付きカメラにおいて、互いに独立した所定の3軸が互いに直交することを特徴とする手振れ補正機能付きカメラ。

【請求項7】請求項1～6の任意の1に記載の手振れ補正機能付きカメラにおいて、角速度検出手段が検出する角速度に基づき算出される手振れ補正量が、所定の閾値を超えたとき、カメラを撮影禁止状態とするロック機構を有することを特徴とする手振れ補正機能付きカメラ。

【請求項8】請求項1～7の任意の1に記載の手振れ補正機能付きカメラにおいて、角速度検出手段が検出する角速度に基づき算出される手振れ補正量を表示する手段を有することを特徴とする手

振れ補正機能付きカメラ。

【請求項9】請求項1～8の任意の1に記載の手振れ補正機能付きカメラにおいて、角速度検出手段が検出する角速度に応じて算出される手振れ補正量に応じて、カメラの撮影パラメータを決定する撮影パラメータ調整手段を有することを特徴とする手振れ補正機能付きカメラ。

【請求項10】請求項1～9の任意の1に記載の手振れ補正機能付きカメラにおいて、デジタルスティルカメラとして構成されたことを特徴とする手振れ補正機能付きカメラ。

【請求項11】請求項10記載の手振れ補正機能付きカメラにおいて、手振れ補正手段による手振れ補正動作を、1フレームの画像取り込み時間内に1回以上行うことを特徴とする手振れ補正機能付きカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は手振れ補正機能付きカメラに関する。

【0002】

【従来の技術】撮影光学系により被写体の像を撮像素子の受光面上に結像させ、電気信号に変換して取り込むカメラは、ビデオカメラやデジタルスティルカメラとして知られている。ビデオカメラは被写体の画像を連続的に撮影するので、カメラに手振れがあると、撮影された画像を再生したとき、再生画像が手振れに応じて動き、再生画像が見辛いものになってしまう。またデジタルスティルカメラでは、撮像素子の感度の限界により、銀塩写真のような短いシャッター時間を実現しにくく、手振れにより撮像された画像に「像の流れ」のようなボケが生じ易い。ビデオカメラとしては、手振れ防止機能を有するものが実用化されている。手振れ補正は通常、カメラに固定された2軸の回りの角速度を検出し、上記2軸の回りのカメラの「手振れによる傾き角」を求め、この傾き角を補正するように、撮影光学系に含まれる補正レンズを変位させたり、光軸の向きを調整したりすることが行われている。手振れによるカメラの態度変化は3次元的に生じるから、より精度のよい手振れ補正を行うには、2軸回りの角速度よりも3軸回りの角速度を検出するのがよい。3軸回りの角速度を検出する例として、特開平7-225405号公報記載の発明がある。しかし、上記公報は、検出された3軸回りの角速度に応じ、どのように手振れ補正を行うかという「手振れ補正の具体的方策」について十分な説明がなされていない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】この発明は、3軸回りの角速度を検出し、検出された角速度に基づき、精度の良い手振れ補正を行いうるカメラの実現を課題とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】この発明の手振れ補正機能付きカメラは「撮影光学系により被写体の像を撮像素子の受光面上に結像させ、電気信号に変換して取り込むカメラ」であって、角速度検出手段と、演算手段と、手振れ補正手段とを有する。「撮影光学系」としては、通常のビデオカメラやデジタルスティルカメラに用いられる撮影レンズ系を用いることができる。「撮像素子」としては、CCDやCMOS等を用いることができる。

「角速度検出手段」は、カメラ本体に内蔵されて、互いに独立した所定の3軸の回りの角速度を検出する。3軸が互いに独立しているとは、3軸が互いに角をなし、同一平面内に無いことを意味する。角速度検出手段は、上記3軸の個々の回りの角速度を検出するから、3ユニットの角速度センサで構成される。「角速度センサ」としては、従来から良く知られた「圧電振動ジャイロ」や、同じ向きの加速度を検出し得るようにした1対の加速度センサを、所定の間隔を隔して配備したもの等を利用することができる。

【0005】「演算手段」は、角速度検出手段により検出された3軸の回りの角速度に基づき、手振れ補正量を算出する手段であり、マイクロコンピュータや専用のCPUとして構成することができる。演算手段はまた、各角速度センサの出力から、静止時のオフセット成分を除くためのハイパスフィルタや、周波数の高いノイズ成分を除去するためのローパスフィルタを有することができる。「手振れ補正手段」は、演算手段により演算された手振れ補正量に基づき、撮像素子の変位を含む手振れ補正動作を行う。即ち、手振れ補正動作は、撮像素子の変位のみで行われる場合もあるし、撮像素子の変位と他の要素の補正とが組合せられて行われる場合もある。

【0006】上記請求項1記載の発明において、角速度検出手段が角速度を検出する3軸は、互いに独立であることを条件として任意に設定できるが、その内の1軸を、撮影光学系の光軸に平行に設定することができる。この場合、手振れ補正手段が、撮像素子回転調整手段を有することができる（請求項2）。「撮像素子回転調整手段」は、撮像素子を、その受光面に直交する軸の回りに回転的に変位調整する手段である。即ち、請求項1における「撮像素子の変位」は、回転変位も含み得る。上記請求項2記載の手振れ補正機能付きカメラにおいて、手振れ補正手段が、撮像素子を、受光面に平行な方向へ並進的に変位調整する撮像素子並進調整手段を有することができる（請求項3）。即ち、この請求項3記載の手振れ補正機能付きカメラにおいては、撮像素子は、受光面に直交する軸の回りの回転変位調整と、受光面に平行な方向の並進変位調整とを独立に行われる。上記請求項2記載の手振れ補正機能付きカメラにおいてはまた、手振れ補正手段が、撮影光学系に含まれる1以上の補正レンズを、その光軸直交方向へ変位させる補正レンズ駆動手段を有することができる（請求項4）。この場合、手

振れ補正は、撮像素子の回転変位調整と、補正レンズの光軸直交方向への変位調整とを組み合わせることで行われる。なお、請求項3の場合における「撮像素子の、受光面に平行な方向への並進変位」や、請求項4の場合における「補正レンズの光軸直交方向への変位」は、基本的に2次元的な変位であり、従って、受光面に平行な、あるいは光軸に直交した「互いに独立した2方向」の各々につき変位駆動を行う直線駆動手段を2個用いることにより、このような変位手段を構成することができる。

【0007】上記請求項2または4記載の手振れ補正機能付きカメラにおいて、手振れ補正手段が、可変頂角プリズムと、可変頂角プリズム駆動手段とを有することができる（請求項5）。「可変頂角プリズム」は撮影光学系の光軸上に設けられ、「可変頂角プリズム駆動手段」により頂角を変化される。このような頂角変化により、撮影光学系の光軸（実際には上記光軸を通る光線の光路）を曲げることができる。この場合、頂角変化を2方向的に行うことにより、光軸を2方向に曲げることもできるし、頂角変化を1次元的に行い、頂角変化による光路折り曲げと直交する方向には、補正レンズの変位で光路折り曲げを行うようにすることもできる。上述したように、角速度を検出する3軸は互いに独立であることが条件であるが、これらを互いに直交するように設定することができる（請求項6）。このようにすると、手振れ補正量の演算が容易である。この場合、特に、1軸を撮影光学系の光軸に平行に設定するのがよい。

【0008】上記請求項1～6の任意の1に記載の手振れ補正機能付きカメラは、角速度検出手段が検出する角速度に基づき算出される手振れ補正量が、所定の閾値を超えたとき「カメラを撮影禁止状態とするロック機構」を有することができる（請求項7）。ロック機構としては種々のものが可能である。例えば、撮像素子を動作停止状態にしてもよいし、カメラがデジタルスティルカメラであるならば、シャッターを切れない状態にしてもよい。即ち、従来から、ビデオカメラやデジタルスティルカメラで撮影を禁止状態にするのに用いられている適宜のロック機構を利用できる。請求項1～7の任意の1に記載の手振れ補正機能付きカメラに「手振れ補正量を表示する手段」を設け、角速度検出手段が検出する角速度に基づき算出される手振れ補正量を表示するようにしても良い（請求項8）。上記表示は例えば「ファインダ視野内」に行えばよい。請求項1～8の任意の1に記載の手振れ補正機能付きカメラはまた、角速度検出手段が検出する角速度に応じて算出される手振れ補正量に応じて、カメラの撮影パラメータを決定する「撮影パラメータ調整手段」を有することができる（請求項9）。「撮影パラメータ」は、絞り量、露光時間、ズーム倍率等である。例えば、ビデオカメラでもデジタルスティルカメラでも、ズーム撮影では、望遠撮影で倍率が高いほど

手振れの影響は大きく、手振れ補正が不十分となる可能性が高いので、手振れ補正量がある程度大きくなったから、ズームレンズの倍率を下げ、手振れ補正量が上記閾値以下に収まるようにする。また、デジタルスティルカメラの場合、露光時間を短くすれば、手振れによる像の流れは軽減されるので、手振れ補正量が大きいときは露光時間を短縮し、それに伴う露光光量不足を補うために絞りの開口を大きくするように撮影パラメータを設定する。上に説明したように、この発明の手振れ補正機能付きカメラは、ビデオカメラとして実施できるが、デジタルスティルカメラとして構成することもできる（請求項10）。この発明の手振れ補正機能付きカメラをデジタルスティルカメラとして構成する場合「手振れ補正手段による手振れ補正動作を、1フレームの画像取り込み時間内に1回以上行う」ようにするのが良い（請求項11）。通常のデジタルスティルカメラで用いられるNTSCもしくはそれに近い出力の場合、1フレーム時間は1/30秒であるので、この場合には、1/30秒以内に、手振れ補正動作が1回以上行われるようにする。このようにすることにより、手振れ補正の効果を活かして良好な撮像を行うことができる。

【0009】

【発明の実施の形態】図1は、この発明の手振れ補正機能付きカメラをビデオカメラとして実施する場合の実施の1形態を説明するための図である。図1(a)において、符号1はビデオカメラのカメラ本体、符号2は「撮影光学系」である撮影レンズ、符号0は「被写体」を示している。カメラ本体1に固定して、図の如く X_s 、 Y_s 、 Z_s 軸を設定する。これら3軸は互いに直交し、 Z_s 軸は撮影レンズ2の光軸と合致している。符号10はCCD等の「撮像素子」を示し、符号10X、10Y、10Zは、角速度センサを示す。角速度センサ10Xはカメラ本体1の「 X_s 軸の回りの角速度」を検出する。角速度センサ10Yはカメラ本体1の「 Y_s 軸の回りの角速度」を検出する。角速度センサ10Zはカメラ本体1の「 Z_s 軸の回りの角速度」を検出する。これら角速度センサ10X、10Y、10Zは「角速度検出手段」を構成する。なお、図1(a)において、角速度センサ10X、10Y、10Zを、それぞれ X_s 、 Y_s 、 Z_s 軸上に描いたのは説明の便宜上であり、角速度センサは必ずしも、角速度を検出すべき軸上に配備されるとは限らない。角速度センサとしては、圧電振動ジャイロや、後述する「加速度センサ対によるもの」を用いることができる。図1(c)は、角速度検出手段の検出する各軸回りの角速度の典型的な例を示している。(c-1)、(c-2)、(c-3)がそれぞれ、角速度センサ10X、10Y、10Zの検出出力を示している。図1(b)に示すように、加速度センサ10X、10Y、10Zの出力は、演算手段12に送られる。演算手段12は「マイクロプロセッサユニット」等により構成され、

加速度センサ10X、10Y、10Zからの入力に応じて「手振れ補正量」を算出し、手振れ補正手段14に送る。手振れ補正手段14は、手振れ補正量に応じて撮像素子10を変位駆動し、手振れの影響を軽減させる。

【0010】即ち、図1に実施の形態を示す手振れ補正機能付きカメラ1は、撮影光学系2により被写体0の像を撮像素子10の受光面上に結像させ、電気信号に変換して取り込むカメラにおいて、カメラ本体1に内蔵され、互いに独立した X_s 、 Y_s 、 Z_s の3軸の回りの角速度を検出する角速度検出手段10X、10Y、10Zと、該角速度検出手段により検出された3軸の回りの角速度に基づき、手振れ補正量を算出する演算手段12と、該演算手段により演算された手振れ補正量に基づき、撮像素子10の変位を含む手振れ補正動作を行う手振れ補正手段14とを有するものである（請求項1）。

【0011】図2は、図1(a)に示した「角速度センサ」の具体的な1例を説明するための図である。図2に示すのは、撮影レンズ2の光軸に合致させた Z_s 軸（図面に直交する方向である）の回りの角速度を検出する角速度センサ10Zである。角速度センサ10Zは、2つの加速度センサ100、101を Z_s 軸に直交するS軸（図1(a)における X_s 軸もしくは Y_s 軸であることができる）上に間隔：Lを隔して配備してなり、各加速度センサ100、101は「 Z_s 軸とS軸とに直交する方向の加速度」を検出するようにになっている。図示のように、加速度センサ100、101が、それぞれ加速度： α_0 、 α_1 を検出したとする。この加速度発生の原因となった回転の中心をPとし、図の如く距離： l_0 、 l_1 を定めると、加速度センサ100、101を一体とした回転の角速度を ω_z 、角加速度を $d\omega_z/dt$ とすると、 $\alpha_0 = l_0 \cdot d\omega_z/dt$ 、 $\alpha_1 = l_1 \cdot d\omega_z/dt$ であり、従って、

$$(\alpha_1 - \alpha_0) = d\omega_z/dt \cdot (l_1 - l_0) = L \cdot d\omega_z/dt$$

となる。Lは定数で予め知られているから、加速度センサ100、101の検出した加速度： α_0 、 α_1 が知れると、演算： $(\alpha_1 - \alpha_0)/L$ により、角加速度： $d\omega_z/dt$ を演算でき、このようにして演算された角加速度： $d\omega_z/dt$ を積分することにより角速度： ω_z を得ることができ、これをさらに積分することにより、 Z_s 軸の回りの回転角： θ_z を知ることができる。同様に、 X_s 、 Y_s 軸回りの回転の、角速度： ω_x 、 ω_y や、回転角： θ_x 、 θ_y を知ることができる。上記演算や、積分演算は、演算手段において行っても良いし、角速度センサ自体に、このような演算を行う機能を持たせてもよい。

【0012】図1に示した実施の形態においては、上記の如く知られた角速度： ω_x 、 ω_y 、 ω_z に基づき、図3(a)に示すように、撮像素子10を変位調整する。即ち、撮像素子10は、 Z_s 軸の回りの角速度： ω_z に基づき、これを解消するように、受光面に直交する軸（ Z_s

軸)の回りに揺動的に「回転変位調整」される。また、角速度： ω_x, ω_y に基づき、撮像素子10は、 X_s 軸方向および Y_s 軸方向へ、即ち、受光面に平行な方向へ「並進変位調整」される。このような変位調整を行う機構としては、公知の種々のものを適宜利用することができるが、ここでは1例として、移動ステージによるものを説明する。図3(b)に示すように、カメラ本体に設けられた不動部材20上に回転ステージ21が設けられ、ステップモータによる駆動手段22により、 Z_s 軸の回りの回転が行われる。回転ステージ21上には、互いに直交する方向へ移動するリニヤステージ23、25が積装され、それぞれステップモータによる駆動手段24、26により駆動されるようになっている。このようにして、図3(a)に示す3種の変位調整を実行することができる。上記駆動手段としては、ステップモータの他に、圧電アクチュエータやボイスコイルモータ等を用いることができる。

【0013】手振れ補正手段により補正されるべき「手振れ補正量」を説明する。まず、 Z_s 軸回りの「回転変位調整」について見ると、手振れによる Z_s 軸のまわりの回転は、角速度： ω_z により知ることができるから、回転ステージ21により角速度： $-\omega_z$ で、撮像素子10を回転変位させれば、撮像素子10の受光面内の上下方向の向きを常に、被写体の上下方向に合わせることができ、手振れによる画像の揺動的な動きを除去することができる。図4に示すように、カメラ本体が、撮影レンズ2の中心を回転中心として、破線の態位：aから実線の態位：bまで、 Y 軸の回りに角： θ_y だけ回転したとする。このとき、被写体0の結像位置が「撮像素子10に対して同一位置になる」ようにするには、撮像素子10を図の破線の態位から、受光面に平行に斜め下方へ向けて、 $f \cdot \tan \theta_y$ だけ変位させればよい。 f は撮影レンズの焦点距離である。従って、この場合の撮像素子10の受光面に平行な方向の変位は、

$$d(f \cdot \tan \theta_y) / dt = f \cdot \sec^2 \theta_y \cdot \omega_y$$

の速度で行えば良いことになる。即ち、この変位を実現するには、角速度センサ10Yの検出する角速度： ω_y と、その積分による回転角： θ_y を用いて変位速度を決定できる。この場合と同様に、検出された角速度： ω_x および回転角： θ_x に基づき、図4の変位に直交する方向への変位は変位速度： $-f \cdot \sec^2 \theta_x \cdot \omega_x$ で行えばよいことになる。上記の、回転変位調整および並進変位調整を行うことにより、撮影レンズ2が結像する被写体像と撮像素子とのずれを、実質的に解消することができる。

【0014】なお、撮像素子10を上記如く変位調整しても焦点距離： f が変化することは無いので、手振れ補正を行っても「ボケ」等が発生することはない。撮像素子の回転変位調整や並進変位調整を、上記のように連続的に行う代わりに「角速度： $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ を積分して

回転角： $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ を求める演算」を微小時間間隔で繰返し、繰返しごとに得られる回転角： $\theta_x, \theta_y, \theta_z$ に応じて、撮像素子10を微小時間間隔で間歇的に行うようにしてもよい。その場合には、回転変位調整は角： $-\theta_z$ の回転であり、並進変位調整は、並進変位量： $-f \cdot \tan \theta_x, -f \cdot \tan \theta_y$ となる。

【0015】上に説明した実施の形態は、角速度検出手段が検出する3軸のうちの1軸(Z_s 軸)が、撮影光学系2の光軸に平行であり、手振れ補正手段が、撮像素子10を受光面に直交する軸の回りに回転的に変位調整する撮像素子回転調整手段21、22を有するものであり(請求項2)、手振れ補正手段が、撮像素子10を受光面に平行な方向へ並進的に変位調整する撮像素子並進調整手段23、24、25、26を有する(請求項3)。また、互いに独立した所定の3軸である X_s, Y_s, Z_s 軸は互いに直交する(請求項6)。図5は、図1(c-1)に示す角速度の変化の「パワースペクトル」を示している。この図から分かるように、手振れによる各速度の変動は、周波数：1~20ヘルツの範囲にある。従って、角速度センサの出力に基づき演算手段により手振れ補正量を算出するに当たっては、静止時のオフセット成分を除くためのハイパスフィルタ(1ヘルツ以下の成分を除去する)や、周波数の高いノイズ成分を除去するためのローパスフィルタ(20ヘルツ以上の成分を除去する)を用いるのが良い。

【0016】図6は、請求項4記載の発明の実施の1形態を、特徴部分のみブロック図として示している。カメラの撮影レンズ200は、固定レンズ201とシャッタSと、補正レンズ202とフォーカスレンズ203とを有している。フォーカスレンズ203は光軸方向に移動可能である。即ち、フォーカスレンズ203は、アクチュエータ56により光軸方向へ移動され、移動された位置がフォーカスレンズ位置検出手段55により検出される。検出されたフォーカスレンズ位置情報は、MPU(マイクロプロセッサユニット)60に送られる。MPU60は、自動合焦制御プログラムに従い、フォーカスレンズ203の変位を制御して、被写体像を撮像面に結像させる。一方、補正レンズ202は、手振れ補正の一部である「受光面に平行な方向の補正」を行うためのレンズで、撮像面に平行な X_s, Y_s 方向に変位可能であり、アクチュエータ53により X_s 方向、アクチュエータ54により Y_s 方向に移動されるようになっており、各方向に変位した位置は、補正レンズ位置検出手段51、52により検出される。また、カメラ本体40内には、角速度検出手段を構成する角速度センサ10X、10Y、10Zともにアクチュエータ57が配備され、MPU60に制御されて、撮像素子10を「受光面に直交する軸(Z_s 軸)の回りに回転的に変位調整」する。アクチュエータ53、54と補正レンズ位置検出手段51、52は、手振れ補正手段の「補正レンズ補正手段」

を構成し、アクチュエータ57は「撮像素子回転調整手段」を構成する。MPU60は「タイマ、A/Dコンバータ、カウンタや前述のハイパスフィルタ、ローパスフィルタ等が一体となったワンチップマイクロコンピュータ」として構成されて「演算手段」をなし、角速度検出手段の各角速度センサの検知内容に応じ、補正レンズ位置検出手段51、52により検出されるレンズ位置に基づき、アクチュエータ53、54を制御して補正レンズ202の変位調整を行い、アクチュエータ57を制御して「回転変位調整」を行うほか、カメラ全体を制御する。トリガ装置61としては、例えば「シャッターリリースボタン」が利用され、「半押し状態」でトリガ信号が発生される。角速度センサやアクチュエータの駆動源への電源供給は撮影時にのみ必要であるから、トリガ信号が出力されるまでは電源供給を行わないようにし、不使用時の電力消費を抑制する。上記アクチュエータ53、54、56、57としては、微小な変位を実現できるボイスコイルモータ等の小型モータや圧電素子、あるいは圧電素子を用いた超音波モータ、磁歪素子等を利用できる。なお、角速度センサは、撮影レンズの鏡筒内に配備してもよい。図11に、アクチュエータとして、積層型圧電素子を用いる例と、小型モータを用いる例を示す。図11(a)に示す例では、撮像素子10は、受光面に直交する軸、即ち、 Z_s 軸に平行な回転軸10Z1により揺動可能に支持され、その側端縁部にアクチュエータである積層型圧電素子10Eにより駆動力を作用されるようになっている。積層型圧電素子10Eにより押厚力もしくは引張力を作用させると、回転軸10Z1の回りのモーメントが発生し、撮像素子10が回転軸10Z1回りに回転変位する。図11(b)に示す例では、撮像素子10は、受光面に直交する回転軸10Z1に駆動軸を合致させた小型モータ10Mにより支持され、小型モータ10Mの正逆回転により回転変位される。図12は、図6の実施の形態における「手振れ補正」の手順をフロー図として示す。手振れ検出(ステップ:S31)が開始されると、前述の如くして各軸の回りの角速度、回転角が検出され、これらを用いて、 X_s 、 Y_s 軸方向の補正量が計算され(ステップ:S32)、その結果に基づき、補正レンズ202の「光軸に垂直な面における駆動量」を計算し(ステップ:S34)、算出された駆動量に基づき、補正レンズ202の位置を調整する(ステップ:S36)。上記工程と平行して、 Z_s 軸のまわりの回転量が計算され(ステップ:S33)、撮像素子10の Z_s 軸のまわりの補正量が計算される(ステップ:S35)。そして、その結果に基づき、撮像素子10の Z_s 軸の回りの回転位置調整が行われる(ステップ:S37)。図7に示す実施の形態は、請求項5記載の発明に関するものである。繁雑を避けるため、混同の虞れが無いと思われるものについては、図6におけると同じ符号を付し、これら「図6における」と同一の符号を付した

もの」についての説明は図6に関する説明を援用する。図6の実施の形態と異なる点は、撮影レンズ210が、固定レンズ201、フォーカスレンズ203、絞りSの他に、可変頂角プリズム(バリアングルプリズム)205を有し、この可変頂角プリズム205の頂角をアクチュエータ73(Y_s 方向)、74(X_s 方向)で可変調整するようになっていることである。可変頂角プリズム205は「2枚の透明板を、ポリエチレン樹脂等のフィルムで形成された蛇腹で繋ぎ、内部を高屈折率の液で満たしたもの」である。「角速度検出手段」の各角速度センサの検出結果に応じ、MPU60は、可変頂角プリズム頂角検出手段71、72により可変頂角プリズム205の、2方向の頂角を、アクチュエータ53、54により変化させる。これにより固定レンズ201の光軸を通る光線の向きを2方向に曲げることができるので、撮影レンズ210の撮影主光線が「常に撮像素子の中央部に入射する」ようにできる。同時に、アクチュエータ57により撮像素子10を「受光面に直交する軸の回りに回転変位調整する」ことにより、手振れの影響を補正した撮影を実現できる。なお、アクチュエータ73、74は、それぞれコイルと永久磁石(レンズ鏡筒の側に固定配備される)により構成され、MPU60により上記各コイルへの通電電流を制御され、通電により発生する磁場と永久磁石との相互作用を利用して頂角を変化させる。アクチュエータ73、74と可変頂角プリズム頂角検出手段71、72は、可変頂角プリズム205の頂角を変化させる「可変頂角プリズム駆動手段」を構成する。なお、アクチュエータ73、74としては、上記コイルと永久磁石によるものの他、ボイスコイルモータや圧電素子等の微小変位アクチュエータを利用することもできる。図6の実施の形態と同様、トリガ装置61としては、例えばシャッターリリースボタンを利用し「半押し状態」でトリガ信号を発生させ、トリガ信号が出力されるまでは各アクチュエータへの電源供給を行わないようにすることにより、手振れ補正手段不使用時の電力消費を抑制する。

【0017】図8は、請求項7、8、10記載の発明の実施の形態を説明するための図である。この実施の形態において、手振れ補正機能付きカメラは「デジタルスティルカメラ」として構成されている(請求項10)。デジタルスティルカメラの液晶ファインダ1000の右側部分に、表示部105が「手振れ補正量を表示する手段」として設けられ(請求項8)、この例では「手振れの程度」を5段階に表示するようになっている。手振れ量としては、撮影レンズの焦点距離： f と、3つの角速度センサの検出する角速度： ω_x 、 ω_y 、 ω_z を積分して得られる回転角： θ_x 、 θ_y 、 θ_z のうち最大のものを θ_n とすると、この回転角： θ_n を5段階に分けて表示する。そして、図8(a)に示すように、手振れ補正量が大きくなるに従い、表示の段階を上げ(図で下方から

上方へ表示位置が移る)、手振れ補正量が閾値: a を超えたら手振れ補正量の最大表示(図の最上位の表示)を例えば「赤色表示」で行い、撮影者に対する「警告」とする。即ち、図8(b)に示すように、レリーズボタンの半押し状態で撮影が開始されたら(ステップ: S1)、前述した実施の形態と同様にして、手振れ検出を行う(ステップ: S2)。検出された「手振れ量(具体的には「手振れ補正量」でよい)」が閾値: a より大であるか否かを判断し(ステップ: S3)、閾値: a を超えないときは、手振れ補正を行いつつ撮影を実行する(ステップ: S4, S5)。手振れ量が閾値: a を超えたときは上記警告を行う(ステップ: S6)。

【0018】「警告」が行われるときには、手振れの程度が、有効な手振れ補正を行いうる限度を超えているので、このような場合、適宜の「ロック機構」により、カメラを撮影禁止状態とすることができる(請求項7)。なお、上記閾値: a としては例えば、撮影レンズの焦点距離を f 、撮像素子の可能な並進変位の最大量: L_m に対して、 $L_m = f \cdot \tan \theta_m$ となる回転角: θ_m を用いることができる。

【0019】図9は、請求項7, 8, 9, 10記載の発明の実施の1形態を説明するための図である。この実施の形態においても、手振れ補正機能付きカメラは図8(a)の如き「デジタルスティルカメラ」として構成されている(請求項10)。撮影時に、シャッターレリーズボタンが半押し状態になる(ステップ: S11)と手振れ検出が行われる(ステップ: S12)。カメラの制御手段には、基準状態における撮影条件を定めた基準撮影パラメータ(絞り量、シャッター速度、ズーム倍率等)が設定されており、検出された手振れ量を、所定の閾値: c と比較し(ステップ: S13)、手振れ量が閾値: c より小さいときは「基準撮影パラメータでの撮影」を行い、このとき手振れ補正は行わない(ステップ: S16)。

【0020】検出された手振れが閾値: c より大きい場合には、更に閾値: c より大きい閾値: b を越える手振れ量であるか否かが判定される(ステップ: S14)。手振れ量が閾値: b より小さいときには手振れ補正を行わず、絞り、露光時間、ズーム倍率等の撮影パラメータを基準撮影パラメータと異なる値(例えば、絞り開放、シャッター速度の高速化等、予め制御手段に記憶されている)に変更決定して撮影を行う(ステップ: S17, S18)のである(請求項9)。即ち、閾値: c は手振れ補正が不要で、基準撮影パラメータで撮影を行える程度の手振れ状態の上限であり、閾値: b は、手振れ補正を行わなくても撮影パラメータの偏向で対処できる程度の手振れ状態の上限である。そして手振れ量が閾値: b を越えるときは、閾値: a と手振れ量を比較し(ステップ: S15)、手振れ量が閾値: a より小さいときは、撮影パラメータは基準撮影パラメータのまま、手振れ補

正を実行しつつ撮影を行う(ステップ: S19, S20)。また、手振れ量が閾値: a を越えるときは、図8の実施の形態の場合と同様にして「警告」を行い、必要に応じて、適宜の「ロック機構」によりカメラを撮影禁止状態とする(請求項7, 9)。このようにすると、手振れ補正は、それが必要な場合にのみ行われることになるので、消費電力の軽減を図ることができる。

【0021】図10は、請求項11記載の発明の実施の1形態を説明するための図である。

【0022】撮影に際し、「デジタルスティルカメラ」に取り付けられた手振れ補正機構(角速度検出手段、演算手段、手振れ補正手段)の稼働を許可する電源スイッチをオンにして待機状態とし(ステップ: S21)、シャッターレリーズを半押し状態にする(ステップ: S22)と、手振れ補正機構が稼働状態となり、画像取り込み時間内(1/30秒以内)に、手振れ補正動作、即ち「角速度検出から補正量演算を経て撮像素子の変位調整を含む手振れ補正」が繰り返される(ステップ: S23, 24)。従って、画像取込みが行われるとき手振れ補正がなされており、手振れの影響を有効に防止ないしは軽減して良好な画像取込みを行うことができる。画像取込みが終了すると待機状態に戻り、電源スイッチをオフにすることにより当初の状態に戻る(ステップ: S25)。

【0023】

【発明の効果】以上に説明したように、この発明によれば、新規な「手振れ補正機能付きカメラ」を実現できる。この発明の手振れ補正機能付きカメラは、独立した3軸の回りの角速度を検出して手振れ補正を行うので、適正な手振れ補正を行うことができる。請求項2記載の発明では、手振れ補正手段が、撮像素子を、受光面に直交する軸の回りに回転的に変位調整するので、撮影レンズ光軸回りの揺動的な手振れ成分を有効に補正することができる。請求項4, 5では、撮像素子の受光面に平行な方向の手振れ補正と、受光面の回りの揺動的な手振れ成分の補正を、撮像素子の揺動と、補正レンズ等の変位とに分けて行うので、手振れ補正手段の機構が簡略化される。また、請求項6記載の発明では、角速度検出に係る「互いに独立した所定の3軸」が互いに直交するので、手振れ補正量の演算が容易であり高速演算により精度のよい手振れ補正が可能である。また請求項7記載の発明では、手振れ補正量が所定の閾値を越えたとき、ロック機構により撮影できない状態にするので、手振れ補正できない状態での無駄な撮影を防止でき、請求項8記載の発明では、手振れ補正量を表示する手段を有するので、表示された手振れの程度に応じて、撮影を取り止めたり、手振れの軽減を図るようにカメラ保持状態を変えるなどすることができ、無駄な撮影を防止できる。また、請求項9記載の発明では、手振れ補正量に応じて、カメラの撮影パラメータを決定する撮影パラメータ調整

手段を有するので、手振れの程度に応じてパラメータ変更により手振れ補正を不要にしたり、手振れ補正不能状態から手振れ補正可能な状態にすることができる。請求項11記載の発明では、デジタルスティルカメラにおいて、手振れ補正手段による手振れ補正動作を、1フレームの画像取り込み時間内に1回以上行うことにより、適正なスティル撮影を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の手振れ補正機能付きカメラの実施の1形態を説明するための図である。

【図2】角速度センサの1例を説明するための図である。

【図3】図1の実施の形態における撮像素子の変位調整を説明するための図である。

【図4】図1の実施の形態における撮像素子の、受光面に並行な変位成分を説明するための図である。

【図5】角速度センサにより検出される角速度の変化のパワースペクトルの典型的1例を示す図である。

【図6】請求項4記載の発明の実施の1形態を説明するための図である。

【図7】請求項5記載の発明の実施の1形態を説明するための図である。

【図8】請求項7、8、10記載の発明の実施の形態を説明するための図である。

【図9】請求項7～10記載の発明の実施の1形態を説明するための図である。

【図10】請求項11記載の発明の実施の1形態を説明するための図である。

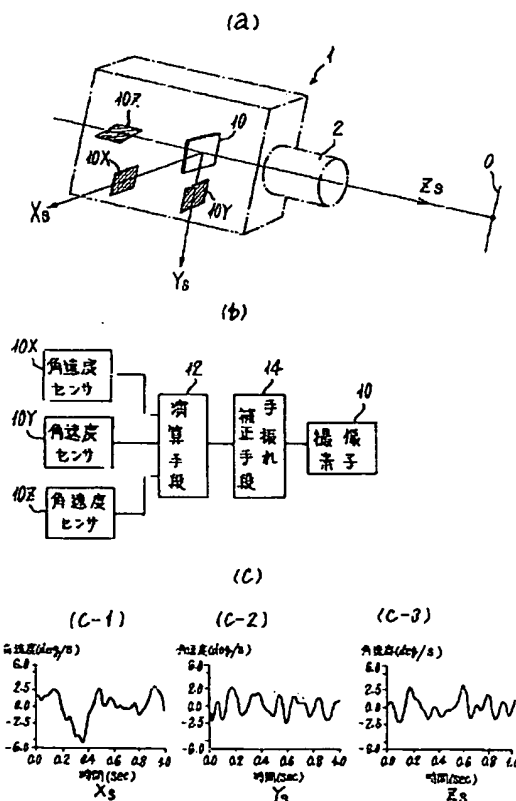
【図11】図6の実施の形態に関連した、撮像素子の回転変位機構の具体例を2例示す図である。

【図12】図6の実施の形態における手振れ補正の手順を説明するフロー図である。

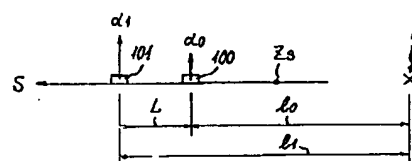
【符号の説明】

- 1 カメラ本体
- 2 撮影光学系
- 10X、10Y、10Z 角速度センサ

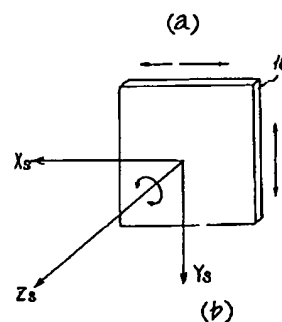
【図1】



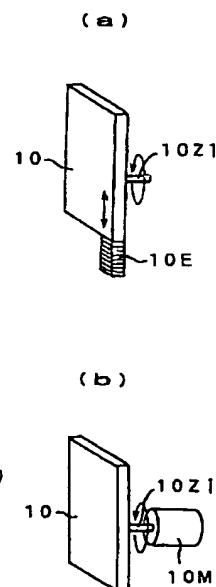
【図2】



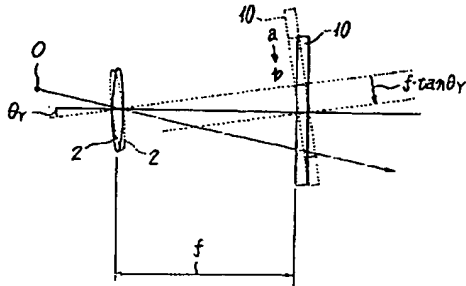
【図3】



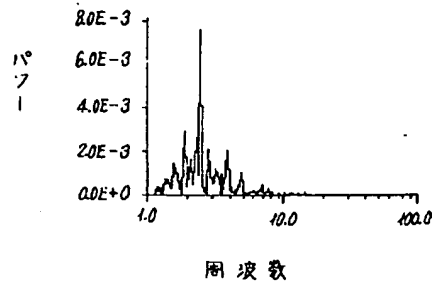
【図11】



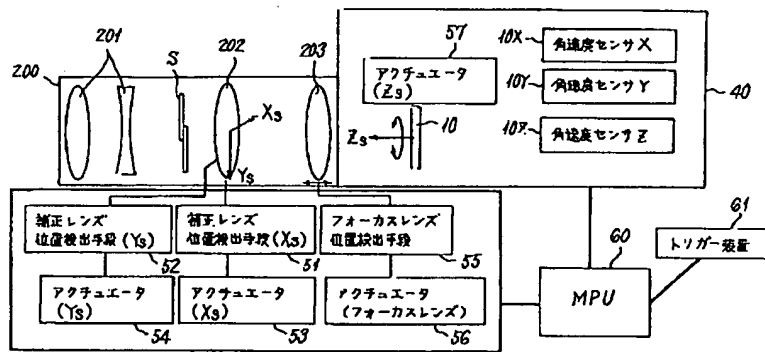
【図4】



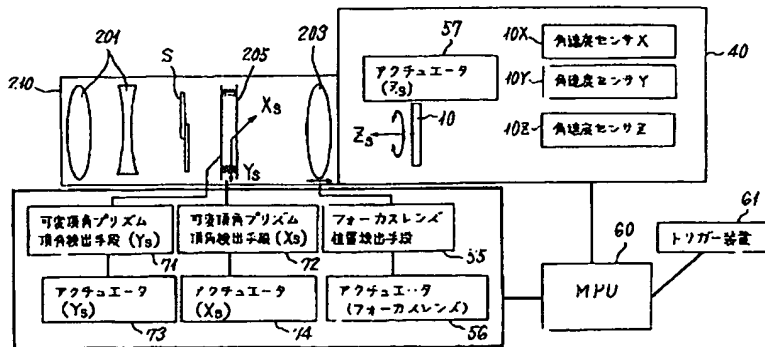
【図5】



【図6】

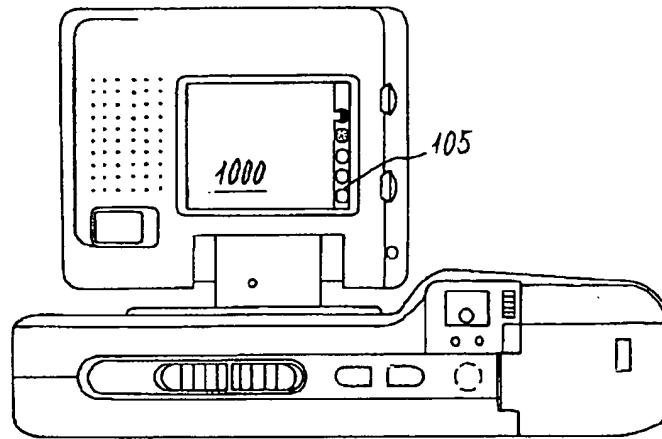


【図7】

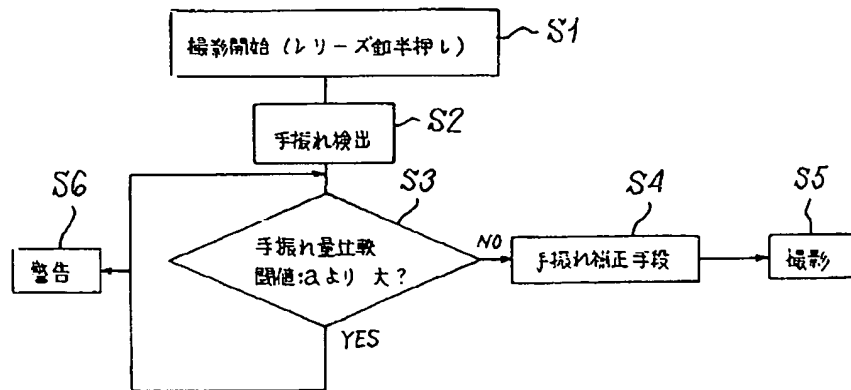


【図8】

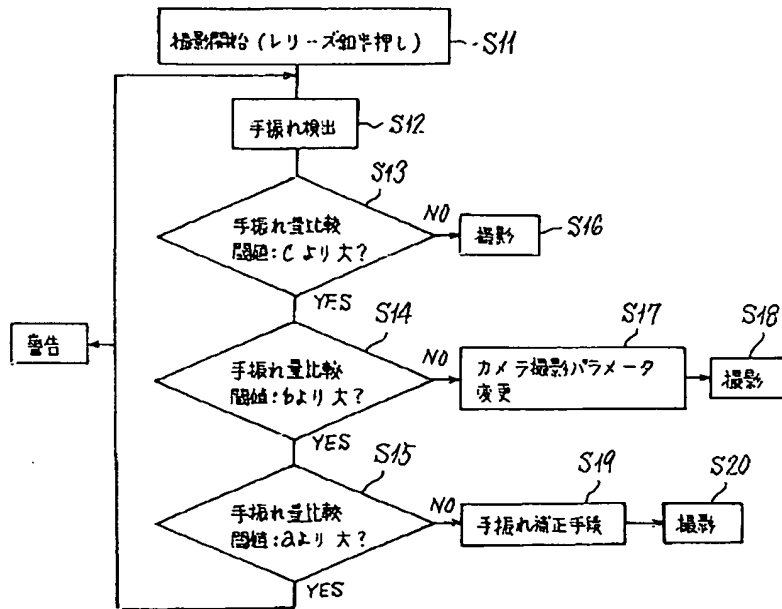
(a)



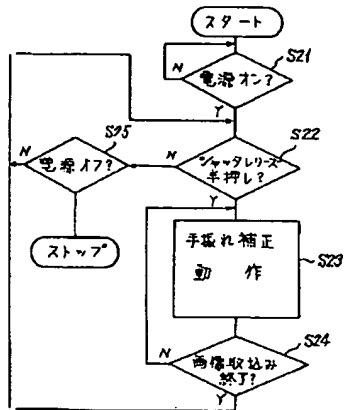
(b)



【図9】



【図10】



【図12】

